

УДК 621.317.7

**Богдан Трембач¹, асистент, Ростислав Трембач², к.т.н., доц.,
Ігор Добротвор³, д.т.н., доц.**

¹Національний університет "Львівська політехніка", Україна

²Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

³Тернопільський національний економічний університет, Україна

АЛГОРИТМ РОЗРАХУНКУ КООРДИНАТ ДЖЕРЕЛА ЗВУКУ

Розроблений обчислювальний алгоритм визначення інтегральних різниць кодів у теоретико - числовому базисі Радемахера, у якості логіко - математичного обґрунтування функцій та структури спецпроцесора визначення модульної різницевої інтегральної оцінки Хеммінгової віддалі, який є базовим компонентом кореляційного спецпроцесора пеленгації просторового розміщення джерела акустичного сигналу.

Ключові слова: джерело звуку, моделювання, Хеммінгова віддаль, алгоритм.

Bohdan Trembach, Rostyslav Trembach, Igor Dobrotvor ALGORITHM OF CALCULATION OF SOUND SOURCES COORDINATE

A computational algorithm for defining integral code differences in the Rademacher theoretic numerical basis was developed as a logical and mathematical justification of the functions and structure of a special processor for determining the modular difference integral estimate of the Hemingway distance, which is the basic component of the correlation special processor of the directional location of the source of the acoustic signal..

Keywords: sound source, simulation, Hemingway distance, algorithm..

При розпізнаванні образів ефективно застосування отримала оцінка Хеммінгової віддалі між характеристиками об'єктів згідно Евклідової метрики у лінійному просторі згідно виразу (1).

$$d_{ij} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - y_i|, \quad (1)$$

де x_i , y_i - цифрові коди характеристик об'єкта.

Застосування такої метрики може бути виконана у кодових системах різних теоретико-числових базисах, зокрема в унітарному, Радемахера та Крестенсона, які породжують кодові системи унітарної, двійкової та модульної залишкової системи числення.

Найбільш широко застосованим у наш час є базис Радемахера, який базується на представленні характеристики (у досліджуваному випадку) акустичних сигналів двійковими n – розрядними кодами x_i і y_i , які формуються з інтервалом дискретизації у часі Δt на виходах АЦП.

Виконання алгоритму визначення інтегрально – різницевої оцінки Хеммінгової віддалі між цифровими значеннями акустичних сигналів x_i та y_i у базисі Радемахера ілюструється наступним структурним графом, який зображено на рис. 1.

При реалізації такого алгоритму (рис.1) отриманий мінімальний результат d_{ij} (наближається до нуля) свідчить про високий рівень подібності АС та відповідний наближений до +1 рівень взаємкореляції.

Відповідно зростання оцінки d_{ij} свідчить про низьку подібність акустичних сигналів та наближений до «0» коефіцієнт взаємкореляції.

Викладений алгоритм формування інтегрально – модульної різницевої оцінки Хеммінгової віддалі між акустичними сигналами є основою для синтезу та реалізації мікроелектронної структури базового компонента багатоканального цифрового корелятора опрацювання акустичних сигналів у різних застосуваннях [1], [2], [3], [4], [5], [6], [7].

$$\left. \begin{array}{l} \begin{array}{ccc} 1 & 0 & x_i + \bar{y}_i \rightarrow S_1 \\ 0 & 1 & 1 + 0 + 0 \\ & & 0 + 0 + 0 \\ x_i \Rightarrow \dots \Rightarrow \bar{x}_i \dots \Rightarrow \dots + \dots + \dots \Rightarrow \\ 1 & 0 & 1 + 0 + 0 \\ 0 & 1 & 0 + 1 + 0 \\ 1 & 0 & 1 + 0 + 1 \end{array} \\ \begin{array}{ccc} 1 & 0 & y_i + \bar{x}_i \rightarrow S_2 \\ 1 & 0 & 1 + 0 + 0 \\ & & 1 + 1 + 0 \\ y_i \Rightarrow \dots \Rightarrow \bar{y}_i \dots \Rightarrow \dots + \dots + \dots \Rightarrow \\ 1 & 0 & 1 + 0 + 0 \\ 0 & 1 & 0 + 1 + 0 \\ 1 & 0 & 1 + 0 + 1 \end{array} \end{array} \right\} Z_i \Rightarrow \sum_{i=1}^n Z_i = d_{ij}$$

Рис. 1. Структурний граф алгоритму визначення інтегрально – різницевого коду оцінки Хеммінгової віддалі лінійної метрики Евкліда

Для проведення моделювання алгоритму розрахунку координат джерела звуку використовуємо програмне забезпечення MathCAD 15.

Вхідними даними для проведення моделювання є координати точок трикутника (рис.2) розташування джерел звуку А, В, С; c - константа швидкості звуку.

З формули $\beta = \arcsin \frac{c \cdot \Delta t}{L_0}$, знаходимо

$$\cos \beta = \sqrt{1 - \left(\frac{c \cdot \Delta t}{L_0}\right)^2},$$

де Δt - різниця часу проходження сигналу між двома координатами приймачів звукового сигналу.

Розв'язуємо систему відносно k_1 , k_2 та k_3

$$\cos \beta_1 = \frac{|k_1 \cdot \tilde{k}_1 + 1|}{\sqrt{1 + k_1^2} \cdot \sqrt{1 + \tilde{k}_1^2}}; \cos \beta_2 = \frac{|k_2 \cdot \tilde{k}_2 + 1|}{\sqrt{1 + k_2^2} \cdot \sqrt{1 + \tilde{k}_2^2}}; \cos \beta_3 = \frac{|k_3 \cdot \tilde{k}_3 + 1|}{\sqrt{1 + k_3^2} \cdot \sqrt{1 + \tilde{k}_3^2}};$$

де k_1 , k_2 , k_3 - кутові коефіцієнти сторін трикутника [AC], [AB], [BC] відповідно та знаходяться за формулами:

$$k_1 = \frac{y_a - y_c}{x_a - x_c}, k_2 = \frac{y_a - y_b}{x_a - x_b}, k_3 = \frac{y_c - y_b}{x_c - x_b};$$

\tilde{k}_1 , \tilde{k}_2 , \tilde{k}_3 - кутові коефіцієнти прямих, що проходять через середини сторін трикутника [AC], [AB], [BC] під кутами β_1 , β_2 , β_3 до їх перпендикулярів.

$\tilde{k}_1, \tilde{k}_2, \tilde{k}_3$ знаходимо з допомогою програми MathCAD 15, наближено в блоці Giver-Minerr.

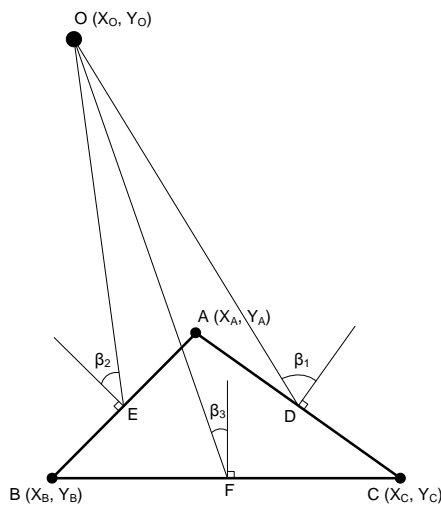


Рис. 2. Приклад реалізації алгоритму в MathCAD 15.

Координати точки джерела звуку $O(x_0, y_0)$ знаходимо розв'язуючи систему

$$\tilde{k}_1 = \frac{y_D - y_0}{x_D - x_0}; \quad \tilde{k}_2 = \frac{y_E - y_0}{x_E - x_0};$$

$$\tilde{k}_3 = \frac{y_F - y_0}{x_F - x_0},$$

де $x_D = \frac{x_a + x_c}{2}, \quad x_E = \frac{x_a + x_b}{2},$

$$x_F = \frac{x_b + x_c}{2}, \quad y_D = \frac{y_a + y_c}{2}, \quad y_E = \frac{y_a + y_b}{2},$$

$$y_F = \frac{y_b + y_c}{2}.$$

Систему рівнянь визначення \tilde{k}_1, \tilde{k}_2

, \tilde{k}_3 розв'язуємо для двох змінних x_0 та y_0 . Тому беремо 3 рази по 2 рівняння. Після чого усереднюємо. Сектор, що містить точку O дає похибку методу.

Література

1. Bohdan Trembach, Roman Kochan, Rostyslav Trembach. Multiplex Digital Correlator with High Priority Deployment of One of the Acoustic Signal Receivers, Scientific Journal of TNTU (Ternopil, Ukraine), 4 (84), pp. 99-104, 2016
2. Bohdan Trembach, Roman Kochan, Rostyslav Trembach. Methods of structural design optimization of software hardware problem identification of the spatial parameters of acoustic signals sources. Scientific Journal of KNU (Khmelnys'kyi, Ukraine), 1 (245), pp. 136-139, 2017.
3. Bohdan Trembach. The method of correlation study of acoustic signals with priority placement of microphones./ Bohdan Trembach, Roman Kochan, Rostyslav Trembach.// 14th International Conference The Experience of Designing and Application of CAD Systems in Microelectronics (CADSM) , 21-25 February, 2017, Polyana-Svalyava (Zakarpattia), pp.210 –213.
4. Bohdan Trembach. The method of applying acoustic signals in vector and two-dimensional Hemming spaces given in cartesian and in polar coordinates. / Bohdan Trembach, Andriy Sydor, Rostyslav Trembach, Roman Kochan //14th International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering (TCSET) Lviv-Slavske, Ukraine February 20-24, 2018, pp.108-111, IEEE
5. Bohdan Trembach. The method of correlation study of acoustic signals with priority placement of microphones/ Bohdan Trembach, Roman Kochan, Rostyslav Trembach// Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal (ASTESJ) Volume 3, Issue 1, Page No 412-417, 2018
6. Трембач Б. Р. Метод визначення віддалі до джерела акустичних сигналів , Вісник Національного університету "Львівська політехніка". Серія : Комп'ютерні системи та мережі, № 857, 2016